

**IMPLEMENTASI MODEL 5E TERINTEGRASI STEM-EDP UNTUK
MENINGKATKAN KEMAMPUAN *COLLABORATIVE
PROBLEM SOLVING* PESERTA DIDIK SMA**

(Skripsi)

Oleh

**ADELIA DWI PRAMUDYTHA
NPM 2113022041**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

IMPLEMENTASI MODEL 5E TERINTEGRASI STEM-EDP UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN *COLLABORATIVE PROBLEM SOLVING* PESERTA DIDIK SMA

Oleh

ADELIA DWI PRAMUDYTHA

Reformasi pendidikan global menekankan pengembangan kemampuan peserta didik menghadapi tantangan masa depan melalui pendidikan STEM. Model 5E terintegrasi STEM-EDP efektif meningkatkan keterampilan abad ke-21, seperti *Collaborative Problem Solving* (CPS). Namun, implementasinya di Indonesia terkendala pada kurangnya pemahaman guru tentang STEM dan dominasi metode pembelajaran *teacher centered*. Pada penelitian ini, model 5E terintegrasi STEM-EDP digunakan pada kelas eksperimen dan model PBL digunakan pada kelas control. Hasil penelitian menunjukkan model 5E terintegrasi STEM-EDP lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan CPS peserta didik, dengan rata-rata nilai *pretest-posttest* kelas eksperimen 37,99 dan 74,86, sedangkan kelas kontrol 33,33 dan 45,97. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini dinyatakan valid, reliabel, data berdistribusi normal, homogen, dan terdapat perbedaan signifikan (Sig. 0,05), dengan *effect size* 0,738 menunjukkan pengaruh cukup besar. Penelitian ini menunjukkan bahwa model 5E terintegrasi STEM-EDP efektif meningkatkan kemampuan CPS pada topik gerak lurus. Model ini mendorong peserta didik aktif, berkolaborasi, dan berpikir kritis, dengan peningkatan CPS kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kontrol.

Kata Kunci: Model 5E, STEM-EDP, *Collaborative Problem Solving*

**IMPLEMENTASI MODEL 5E TERINTEGRASI STEM-EDP UNTUK
MENINGKATKAN KEMAMPUAN *COLLABORATIVE PROBLEM
SOLVING* PESERTA DIDIK SMA**

Oleh

ADELIA DWI PRAMUDYTHA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PENDIDIKAN**

Pada

**Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi : IMPLEMENTASI MODEL 5E TERINTEGRASI
STEM-EDP UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN *COLLABORATIVE PROBLEM
SOLVING* PESERTA DIDIK SMA

Nama : Adelia Dwi Pramudytha

Nomor Pokok Mahasiswa : 2113022041

Program Studi : Pendidikan Fisika

Jurusan : Pendidikan MIPA

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.
NIP. 196812101993031002

Dr. I Wayan Distrik, M.Si.
NIP. 196312151991021001

Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

Dr. Nurhanurawati, M.Pd.
NIP. 196708081991032001

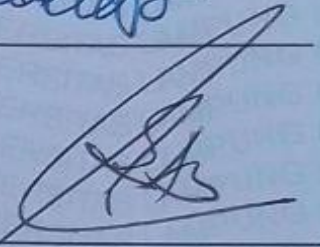
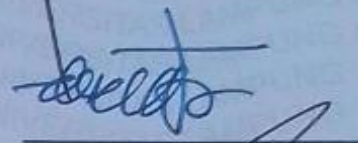
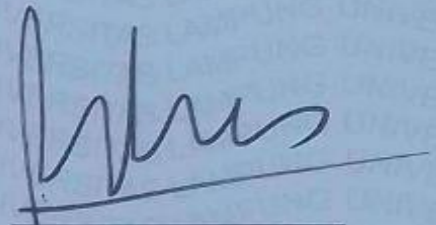
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.

Sekretaris : Dr. I Wayan Distrik, M.Si.

Penguji
Bukan Pembimbing: Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.



2. Pr. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Dr. R. Swandi, M.Pd.
NIP. 19760808 200912 1 001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Adelia Dwi Pramudytha
NPM : 2113022041
Fakultas/Jurusan : KIP/ Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alamat : Karta Raharja, Tulang Bawang Udik, Tulang
Bawang Barat, Lampung.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada salah satu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut daftar pustaka.



Adelia Dwi Pramudytha
NPM. 2113022041

RIWAYAT HIDUP

Penulis memiliki nama lengkap Adelia Dwi Pramudytha, dilahirkan di Palembang pada tanggal 15 Desember 2002 sebagai anak kedua dari pasangan Bapak Alm. Suratman dan Ibu Sri Murtini.

Penulis mengawali Pendidikan formal pada tahun 2008 di TK RA Miftahul Jannah 1 dan diselesaikan pada tahun 2009. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan sekolah dasar di SDN 2 Karta Raharja dan diselesaikan pada tahun 2015. Dilanjutkan dengan pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 1 Tumijajar dan diselesaikan pada tahun 2018. Kemudian penulis melanjutkan Pendidikan SMA di SMA Negeri 1 Tumijajar dan diselesaikan pada tahun 2021. Pada tahun 2021, penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN.

Selama menempuh pendidikan di Program Studi Pendidikan Fisika, penulis pernah menjadi penanggung jawab lomba olimpiade fisika pada kegiatan Gelaran Lomba Sains dan Silaturahmi Pendidikan Fisika (GLORASKA) tahun 2023 yang diselenggarakan oleh ALMAFIKA, pembuat soal LCT MIPA-BI dalam acara Gebyar Mahasiswa Pendidikan Eksakta (GEMPITA) tahun 2023 yang diselenggarakan oleh HIMASAKTA, dan Koordinator Kestari pada kegiatan Orientasi Mahasiswa Pendidikan Fisika dan Pandawa Lima (OPL) tahun 2023 yang diselenggarakan oleh ALMAFIKA. Selain itu, penulis mengikuti pelaksanaan Kuliah Kerja Nyata (KKN) tahun 2024 di Desa Purwotani Kecamatan Jati Agung dan Pengalaman Lapangan Persekolahan (PLP) tahun 2024 di SMP Negeri Satu Atap 1 Jati Agung. Penulis juga pernah mengikuti program Magang & Studi Independen Bersertifikat (MSIB) Batch 6 tahun 2024 pada di RevoU.

MOTTO

“وَلَمْ أَكُنْ بِدُعَائِكَ رَبِّ شَقِيًّا”

“...dan aku tidak pernah kecewa dalam berdoa kepada-Mu, wahai Tuhanku.”

(QS. Maryam: 4)

“Pendidikan memiliki akar yang pahit tapi buahnya manis”

(Aristoteles)

“Keberhasilan itu bukanlah selalu miliki orang yang pintar, namun keberhasilan itu adalah miliki orang yang senantiasa berusaha”

(BJ. Habibie)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahil'alamin, puji dan Syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat serta karunia-Nya. Shalawat dan salam tak lupa pula tcurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW. Penulis dengan rendah hati mempersembahkan karya tulis ini sebagai wujud tanggung jawab dalam menuntaskan pendidikan dan sebagai penghormatan yang tulus kepada:

1. Ibunda tercinta, Sri Murtini yang telah memberikan semangat, motivasi, do'a, serta dukungan kepada penulis sampai dititik ini. Terimakasih sudah rela bekerja keras dari pagi hari hingga sore hari untuk membiayai sekolah anaknya sampai perguruan tinggi, menggantikan peran ayah setelah kepergiannya, dan terima kasih telah membesarkan penulis dengan penuh cinta serta kasih sayang.
2. Kepada bapak Alm. Suratman yang jiwanya telah dulu mengudara sehingga tidak dapat mendampingi penulis sampai dititik ini. Pak, barangkali bisa kau kunjungi, datanglah sesekali ke rumah kita yang ada di bumi dan kau akan menjumpaiku walau sedikit berantakan dari yang terakhir kita bertemu. Rasanya tidak ada yang bisa dibanggakan selain aku yang masih bisa bertahan, walau tidak tahu sampai kapan, semoga aku punya waktu yang panjang. Tentang hal-hal yang terjadi selepas kepergianmu, akan kuceritakan apabila nanti kita bertemu. Aku hanya ingin bapak tahu, aku tumbuh dengan baik, makan dengan layak dan tidur dengan waktu yang beberapa kali terasa cukup. Disini sesekali terasa menyesak dan tak jarang aku menangis sendirian. Pak, barangkali dikedepannya nanti aku kehilangan kendali, tolong ingatkan aku melalui apapun untuk tetap menyayangi ragaku sendiri. Dari banyaknya rasa rindu yang memuncak, aku masih ingin menemuimu dengan cara yang paling layak.

3. Kakak dan adik tersayang, Aprilia Sri Rahayu dan Akhdan Azka Alhafizh yang selalu memberikan dukungan, semangat, serta menghiasi hari-hari penulis dengan penuh suka cita.
4. Kakak ipar dan keponakan, Shidiq Muqirom dan Ghea Shidiqia Lubna yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
5. Keluarga besar kedua orang tua.
6. Semua sahabat serta teman yang selalu menemani dan memberikan dukungan dalam perjuangan penulis.
7. Para pendidik yang telah memberikan ilmu, pengalaman serta membimbing penulis dengan tulus dan Ikhlas.
8. Keluarga besar Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung.
9. Almamter tercinta, Universitas Lampung.

SANWACANA

Alhamdulillah puji Syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT. karena atas nikmat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Implementasi Model 5E Terintegrasi STEM-EDP untuk Meningkatkan Kemampuan Collaborative Problem Solving Peserta Didik SMA” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fisika Universitas Lampung. Shalawat serta salam tak lupa disanjungkan kepada nabi Muhammad SAW yang dinantikan syafaatnya di yaumul akhir kelak.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Riswandi, M.Pd., selaku Plt. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung;
3. Ibu Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung;
4. Ibu Dr. Viyanti, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung;
5. Bapak Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku pembimbing akademik sekaligus pembimbing I, atas kesediaan memberikan bimbingan, saran, kritik, dan semangat serta memotivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi;
6. Bapak Dr. I Wayan Distrik, M.Si., selaku pembimbing II, atas kesediaan memberikan bimbingan, saran, kritik, dan semangat, serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi;

7. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku pembahas, atas kesediaan memberikan bimbingan, saran, kritik, dan semangat, serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.
8. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Program Studi Pendidikan Fisika dan Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung;
9. Bapak Moh. Najamudin, M.Pd., selaku kepala sekolah SMA Negeri 1 Tumijajar yang telah memberikan izin serta banyak bantuan selama penelitian berlangsung;
10. Bapak Rudi Aswandi, M.Pd., selaku waka kurikulum SMA Negeri 1 Tumijajar yang telah memberikan izin serta banyak bantuan selama penelitian berlangsung;
11. Bapak Maman Afrizar, S.Pd. selaku guru kelas XI SMA Negeri 1 Tumijajar yang telah memberikan banyak bantuan, kerja sama, dan saran selama penelitian berlangsung;
12. Peserta didik kelas XI 1 dan XI 2 SMA Negeri 1 Tumijajar yang telah membantu lancarnya proses pembelajaran;
13. Sahabat satu grub kecebong, Ni Komang Satyawati, Septina Amelia, Hesty Astriani, Dhiya Rihadatul Aisy, dan Ulfa Epriga Mahyu yang telah memberikan semangat, bantuan, motivasi dan menemani penulis dalam masa-masa sulit;
14. Teman baik penulis, Diana Puspita, Wulansyah Hidayatullah, dan Anisa Aprilia Anggraini yang telah memberikan semangat dan bantuan kepada penulis;
15. Sahabat penulis, Nagit Atika Sari, Ela Lia Safitri, Natasya Adinda Simarmata, Khoirunisa Umami yang telah memberikan motivasi kepada penulis;
16. Teman KKN desa Purwotani, Meli, Anin, Syana, Tia, Dea, Maurizi, Cindy, dan Yunda yang telah memberikan bantuan, do'a. serta saling menyemangati untuk menyelesaikan skripsi;
17. Teman CABE Angkatan 21, Leovi, Ayuni, Tiara, Tikvi, Nistiyani, Rosa, Salma, dan Sekar yang telah memberikan motivasi kepada penulis;

18. Teman kosan, Leovi Permata Ayida yang selama 92 hari bersama dan selalu memberikan semangat, do'a, serta motivasi kepada penulis.
19. Saudara sepupu, Novitasari Anggraini yang telah memberikan motivasi, do'a, semangat, dan memberikan banyak saran kepada penulis.

Semoga semua amal kebaikan dan bantuan mendapatkan balasan dari Allah SWT, serta semoga skripsi ini dapat bermanfaat. Aamiin.

Bandar Lampung, 11 Januari 2025

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'AD' followed by a stylized flourish and a vertical line.

Adelia Dwi Pramudytha

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
I. PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kerangka Teoritis.....	7
2.1.1 Model Pembelajaran 5E	7
2.1.2 Pendekatan STEM	9
2.1.3 <i>Engineering Design Process</i> (EDP)	10
2.1.4 <i>Collaborative Problem Solving</i>	12
2.1.5 Teori Belajar Konstruktivisme	14
2.1.6 Deskripsi Pembelajaran Gerak Lurus	15
2.2 Kerangka Pemikiran.....	15
2.3 Hipotesis Penelitian	18
III. METODE PENELITIAN	19
3.1 Pelaksanaan Penelitian.....	19
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian	19
3.3 Variabel Penelitian.....	19
3.4 Desain Penelitian	20
3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	20
3.6 Instrumen Penelitian	22
3.7 Uji Instrumen	22
3.7.1 Uji Validitas.....	23
3.7.2 Uji Reliabilitas.....	23

3.8 Teknik Pengumpulan Data.....	24
3.9 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis.....	24
3.9.1 Analisis Data	24
3.9.2 Pengujian Hipotesis	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil	28
4.1.1 Tahap Pelaksanaan	28
4.1.2 Data Kuantitatif Hasil Penelitian.....	34
4.1.3 Hasil Uji Instrumen Penelitian	34
4.2 Pembahasan.....	38
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	54
5.1 Simpulan	54
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Fase <i>Learning Cycle</i> 5E	7
2. Tahapan STEM	9
3. Tahapan EDP	11
4. Indikator <i>Collaborative Problem Solving</i>	13
5. Pemetaan Materi Gerak Lurus	15
6. Nilai <i>N-Gain</i>	25
7. Interpretasi <i>Effect Size</i> dengan ANCOVA	27
8. Pembelajaran Kelas Eksperimen.....	28
9. Pembelajaran Kelas Kontrol	32
10. Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen dan Kontrol	34
11. Data Hasil Uji Validitas	35
12. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen.....	35
13. Hasil Uji <i>N-Gain</i>	36
14. Hasil Uji Normalitas	36
15. Hasil Uji Homogenitas.....	37
16. Hasil Uji <i>Independent Sample t-test</i>	37
17. Rata-rata <i>posttest</i> pada kelas eksperimen dan kontrol	37
18. Hasil Uji <i>Effect Size</i> dengan ANCOVA.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Kerangka Pemikiran.....	17
2. Desain Penelitian <i>Quasi Eksperimental Design</i>	20
3. Grafik Nilai <i>N-Gain</i> Rata-Rata	39
4. Grafik Indikator Kemampuan <i>Collaborative Problem Solving</i>	41
5. Jawaban Peserta Didik pada Soal Tes Nomor Satu	42
6. Jawaban Peserta Didik pada Soal Tes Nomor Dua.....	43
7. Jawaban Peserta Didik pada Soal Tes Nomor Tiga	44
8. Jawaban Peserta Didik pada Soal Tes Nomor Lima	45
9. Jawaban Peserta Didik pada Soal Tes Nomor Enam	46
10. Jawaban Peserta Didik pada Soal Tes Nomor Tujuh.....	47
11. Jawaban Peserta Didik pada Soal Tes Nomor Delapan	48
12. Jawaban LKPD Peserta Didik Tahap <i>Engagement</i>	49
13. Jawaban LKPD Peserta Didik Tahap <i>Exploration</i>	49
14. Jawaban LKPD Peserta Didik Tahap <i>Explanation</i>	50
15. Jawaban LKPD Peserta Didik Tahap <i>Elaboration</i>	51
16. <i>Design</i> Prototipe dan Hasil Prototipe.....	51
17. Jawaban LKPD Peserta Didik Tahap <i>Evaluation</i>	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Izin Penelitian Pendahuluan	62
2. Kisi-Kisi Instrumen Wawancara	63
3. Instrumen Wawancara.....	64
4. Surat Izin Penelitian	67
5. Surat Balasan Penelitian.....	68
6. Modul Ajar Kelas Eksperimen.....	69
7. Modul Ajar Kelas Kontrol	79
8. Analisis Kurikulum Merdeka Fase F	87
9. Indikator <i>Collaborative Problem Solving</i>	89
10. Kisi-Kisi Instrumen Tes	90
11. Rubrik Penilaian Kemampuan CPS	93
12. Instrumen Tes.....	94
13. Kunci Jawab Instrumen Tes	99
14. LKPD Kelas Eksperimen	107
15. LKPD Kelas Kontrol.....	116
16. Materi Ajar Gerak Lurus	122
17. Data Hasil Uji Validitas	126
18. Hasil Uji Validitas.....	128
19. Hasil Uji Reliabilitas	130
20. Hasil <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan <i>N-gain</i> XI.1 sebagai kelas Eksperimen.....	131
21. Hasil <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan <i>N-gain</i> XI. 2 sebagai kelas Kontrol.....	132
22. Hasil Uji <i>N-Gain</i>	133
23. Hasil Uji Normalitas	134
24. Hasil Uji Homogenitas.....	135
25. Hasil Uji <i>Independen Sample T-Test</i>	136
26. Hasil Uji <i>Effect Size</i> dengan ANCOVA.....	137
27. Dokumentasi Pembelajaran.....	138

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beberapa tahun terakhir, reformasi pendidikan di dunia mulai bergeser pada pengembangan kemampuan peserta didik dalam beradaptasi di kehidupan masa depan yang sebelumnya reformasi pendidikan hanya fokus terhadap pembelajaran pengetahuan peserta didik (Su & Guo, 2023). Pengembangan kemampuan peserta didik dalam beradaptasi di kehidupan masa depan ini dapat berupa pembelajaran yang menggunakan praktik permasalahan yang nyata atau sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini sesuai dengan pendidikan STEM yang diyakini dapat meningkatkan peluang untuk meniru praktik nyata dalam sebuah inovasi serta meningkatkan relevansi dan penerapan disiplin ilmu di dunia yang berkembang dengan cepat (Hallström *et al.*, 2023).

Terdapat sejumlah penelitian yang menunjukkan bahwa pendidikan STEM mengalami perkembangan yang sangat pesat selama beberapa tahun terakhir yang dibuktikan dengan banyaknya publikasi penelitian terkait STEM. Pendidikan STEM memberikan perubahan pada gerakan pendidikan dengan antusiasme dan dampak yang meningkat di belahan dunia (Li & Xiao, 2022). Selain itu, pendidikan STEM juga dapat membuat peserta didik berpikir secara kritis sehingga mampu menemukan solusi dalam permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat modern (Kayan *et al.*, 2022). Pendidikan STEM terbukti dapat meningkatkan berbagai kemampuan yang diperlukan peserta didik seperti: 1.) keterampilan berpikir tingkat tinggi, 2.) keterampilan pemecahan masalah, 3) keterampilan kolaborasi, 4) keterampilan berpikir kritis, dan 5) keterampilan kreatif (Ardwiyanti *et al.*, 2021).

Menurut Suwardi (2021), pendidikan STEM di Indonesia memiliki potensi yang besar dalam mendukung pelaksanaan merdeka belajar dan membekali peserta didik dengan keterampilan dan kemampuan abad ke-21, yaitu 4C (*Creative thinking, Critical thinking and problem solving, Communication, Collaboration*) (Armando, 2019). Salah satu aspek yang penting keterampilan dan kemampuan pada abad ke-21 adalah kemampuan *Collaborative Problem Solving* (CPS), yang mencakup kerja sama, berpikir kritis, serta pemecahan masalah secara kolaboratif yang relevan dalam dunia pendidikan, pekerjaan, dan kehidupan sehari-hari (Hikmah *et al.*, 2020).

Fisika sebagai salah satu bagian dari ilmu sains yang mempelajari tentang gejala alam dalam konteks pembelajarannya relevan dengan kemampuan CPS yang tidak hanya mengajarkan konsep teoritis tetapi mendorong peserta didik untuk menganalisis, merancang, serta memecahkan masalah nyata yang terkait dengan fenomena alam (Safitri *et al.*, 2024). Akan tetapi, berdasarkan laporan *Programme for International Student Assessment* (PISA) 2018 menunjukkan bahwa kemampuan CPS peserta didik di Indonesia masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan negara-negara lain, sehingga diperlukan inovasi dalam pembelajaran yang mengintegrasikan model pembelajaran, pendekatan, dan strategi yang dapat meningkatkan kemampuan tersebut.

Salah satu inovasi pembelajaran yang dapat diimplementasikan adalah model pembelajaran 5E dengan menggunakan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) (Usada *et al.*, 2022). Model pembelajaran 5E dirancang untuk meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran serta memfasilitasi proses berpikir kritis (Haris Effendi & Luluk Lativa Sari, 2016). Tahapan yang sistematis dan fokus pada model pembelajaran 5E dapat membantu meningkatkan kemampuan CPS peserta didik. Menurut Bybee, (2014) model pembelajaran ini terdiri dari lima tahap, yaitu *engagement, exploration, explanation, elaboration, dan evaluation*. Sedangkan STEM adalah pendekatan yang dapat digunakan sebagai

penghubung antara pendidikan dengan dunia nyata sehingga dapat menciptakan pengalaman belajar yang bermakna dan relevan. Pendekatan STEM dapat membantu peserta didik dalam mengidentifikasi serta memecahkan suatu masalah dalam dunia nyata melalui suatu kegiatan praktis (eksperimen serta desain proyek). Selain itu, pendekatan ini juga bertujuan untuk mempersiapkan peserta didik dalam menghadapi tantangan melalui pemecahan masalah yang nyata (Mulyani, 2019).

Akan tetapi, *engineering* dalam STEM memiliki kekurangan seperti banyaknya proyek *engineering* yang dilakukan tanpa metode yang terstruktur sehingga diperlukannya strategi *Engineering Design Process* (EDP) yang menyediakan kerangka secara sistematis dalam menyelesaikan suatu permasalahan melalui tahapan yang jelas (mendefinisikan masalah, merancang solusi, dan menguji hasil). Strategi ini juga berpotensi mendukung pencapaian tujuan pembelajaran yang lebih efektif. Pendekatan STEM apabila digabungkan dengan strategi EDP memiliki potensi besar dalam mendorong keterampilan dan kemampuan abad ke-21 karena menekankan pada pemecahan masalah, kreativitas, dan kolaborasi melalui aktivitas berbasis proyek atau prototipe. STEM-EDP mengajarkan peserta didik untuk memahami masalah secara sistematis, merancang solusi, serta bekerja sama dalam tim untuk memecahkan masalah yang berkaitan dengan dunia nyata (Wibowo *et al.*, 2024).

Apabila model pembelajaran 5E diintegrasikan dengan STEM-EDP, diharapkan mampu membentuk sinergi yang dapat membantu peserta didik dalam mengembangkan kemampuan CPS secara lebih efektif. Kombinasi antara 5E dengan STEM-EDP memberikan peluang untuk menciptakan pembelajaran yang peserta didiknya tidak hanya memahami konsep-konsep ilmiah tetapi juga mampu menerapkannya dalam menyelesaikan masalah yang kompleks secara kolaboratif.

Namun, implementasi model 5E terintegrasi STEM-EDP di tingkat SMA masih menghadapi beberapa tantangan. Guru sering kali menghadapi keterbatasan dalam merancang pembelajaran berbasis STEM karena kurangnya pemahaman terkait pendekatan STEM (Diana, 2020). Selain itu, sebagian besar pembelajaran di sekolah masih berpusat kepada guru (*teacher-centered*) sehingga kesempatan bagi peserta didik untuk berkolaborasi serta memecahkan masalah secara mandiri masih terbatas (Firmansyah & Jiwandono, 2022). Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengintegrasikan model 5E terintegrasi STEM-EDP ke dalam kurikulum pembelajaran di SMA agar dapat meningkatkan kualitas pembelajaran.

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan dengan salah satu guru fisika di SMA Negeri 1 Tumijajar menunjukkan bahwa kemampuan CPS peserta didik masih belum optimal. Kemampuan CPS melibatkan peserta didik untuk berperan aktif dalam proses pembelajaran dan memerlukan model pembelajaran yang tepat. Akan tetapi, peserta didik belum sepenuhnya terlibat aktif dalam proses pembelajaran yang mendorong mereka untuk merancang solusi masalah. Oleh karena itu, mengintegrasikan model pembelajaran 5E dengan pendekatan STEM dan strategi EDP diharapkan dapat menciptakan pembelajaran yang lebih menyenangkan dan peserta didik terlibat aktif dalam pembelajaran. Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti telah melakukan penelitian yang berjudul “Implementasi Model 5E Terintegrasi STEM-EDP untuk Meningkatkan Kemampuan *Collaborative Problem Solving* Peserta Didik SMA”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian, yaitu apakah implementasi model 5E terintegrasi STEM-EDP efektif dalam meningkatkan kemampuan *collaborative problem solving* peserta didik SMA pada topik gerak lurus?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan keefektifan implementasi model 5E terintegrasi STEM-EDP dalam meningkatkan kemampuan *collaborative problem solving* peserta didik SMA pada topik gerak lurus.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk berbagai pihak, diantaranya:

1. Bagi peneliti, hasil dari penelitian ini dapat menambah pengetahuan terkait dalam implementasi model 5E terintegrasi STEM-EDP untuk meningkatkan *collaborative problem solving* peserta didik SMA.
2. Bagi guru, penelitian ini dapat memberikan informasi terkait dalam implementasi model 5E terintegrasi STEM-EDP untuk meningkatkan *collaborative problem solving* peserta didik SMA.
3. Bagi mahasiswa, penelitian ini dapat menjadi referensi mahasiswa yang lain dalam memahami model 5E terintegrasi STEM-EDP untuk meningkatkan *collaborative problem solving* peserta didik SMA.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, peneliti membatasi masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Model pembelajaran yang digunakan adalah *learning cycle 5E* dengan langkah-langkah pembelajaran yang meliputi *Engagement, Exploration, Explanation, Elaboration, dan Evaluation* menurut Bybee, (2014) terintegrasi STEM-EDP.
2. Penelitian ini berfokus untuk meningkatkan keterampilan *Collaborative Problem Solving* peserta didik SMA yang diukur dari hasil *pretest* dan

postest pada dua kelas yang digunakan sebagai sampel, indikator CPS yang digunakan diperoleh dari OECD (2017).

3. Pokok bahasan fisika yang disampaikan dibatasi pada pokok bahasan gerak lurus.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerangka Teoritis

2.1.1 Model Pembelajaran 5E

Model pembelajaran 5E (*Learning cycle 5E*) merupakan model pembelajaran yang berpusat kepada peserta didik. Model pembelajaran ini dirancang untuk menciptakan lingkungan belajar yang dapat meningkatkan pengajaran sains. Selain itu, model pembelajaran 5E juga memungkinkan peserta didik untuk mendefinisikan, mengorganisasi, menganalisis, serta mengubah ide mereka melalui interaksi dengan teman atau berkelompok (Güven *et al.*, 2022). Pada model pembelajaran ini peserta didik juga berperan aktif dalam kegiatan pembelajaran. Model pembelajaran ini juga memiliki beberapa kelebihan yang terdapat pada teknik pembelajaran yang lebih banyak melibatkan peserta didik melakukan beragam aktivitas pembelajaran dengan langkah-langkah seperti Tabel 1.

Tabel 1. Fase *Learning Cycle 5E*

Fase	Keterangan
<i>Engagement</i>	Guru membangkitkan minat dan rasa ingin tahu peserta didik terkait materi yang akan dipelajari dengan fenomena kehidupan sehari-hari. Selain itu, peserta didik fokus terhadap peristiwa atau masalah dengan melibatkan isi serta kemampuan yang menjadi tujuan pengajaran. Berdasarkan sudut pandang pengajaran, peserta didik mengajukan pertanyaan atau menyajikan peristiwa yang tidak sesuai adalah contoh strategi yang melibatkan peserta didik.

<i>Exploration</i>	<p>Pada tahap ini, peserta didik memiliki aktivitas, waktu, dan peluang dalam menyelesaikan ketidakseimbangan pengalaman. Tahap ini juga disebut pelajaran dengan memberikan pengalaman yang nyata dan peserta didik mengekspresikan konsepsi mereka saat ini serta menunjukkan kemampuan mereka ketika memperjelas elemen-elemen yang membingungkan pada fase <i>engagement</i>.</p> <p>Pada tahap ini, guru memiliki peran memulai kegiatan, mendeskripsikan latar belakang yang sesuai, menyediakan alat dan bahan yang memadai, serta mengatasi kesalahpahaman. Selanjutnya, guru akan menjadi pelatih dengan mendengarkan, mengamati, serta membimbing peserta didik dalam memperjelas pemahamannya kemudian mulai merekonstruksi konsep-konsep ilmiah dengan mengembangkan kemampuannya.</p>
<i>Explanation</i>	<p>Pada tahap ini peserta didik mengungkapkan atau menjelaskan suatu konsep dari fenomena yang sering muncul. Kemudian, konsep, praktik, serta kemampuan awal yang digunakan peserta didik dibuat dengan jelas dan mudah dipahami. Sedangkan guru memiliki peran untuk mengarahkan perhatian peserta didik pada aspek-aspek dari fase sebelumnya. Guru dapat memperkenalkan konsep ilmiah atau teknologi secara jelas dengan menggunakan penjelasan serta pengalaman peserta didik.</p>
<i>Elaboration</i>	<p>Peserta didik memperluas konsep serta kemampuan yang telah dikembangkan pada fase sebelumnya. Pada tahap ini, guru memiliki peran mengarahkan peserta didik dengan situasi yang baru serta mendorong interaksi antar peserta didik dengan sumber lain seperti bahan tertulis, simulasi, atau pencarian berbasis web.</p>
<i>Evaluation</i>	<p>Peserta didik mengevaluasi tahapan yang telah dilaksanakan apakah sudah berjalan dengan baik atau belum dengan memberikan soal tes di akhir pembelajaran untuk mengukur sejauh mana tingkat pengetahuan dan pemahaman siswa terhadap konsep yang dipelajari. Pada tahap ini, guru melibatkan peserta didik dalam pengalaman yang mudah dimengerti dan konsisten dengan tahap sebelumnya sesuai dengan penjelasan.</p>

Sumber: (Bybee, 2014)

Oleh karena itu, model pembelajaran 5E merupakan model pembelajaran yang disarankan untuk digunakan dalam pembelajaran pada Kurikulum Merdeka Belajar. Dengan menggunakan model pembelajaran ini diharapkan peserta didik dapat berperan aktif dalam menggali dan juga memperkaya

pemahaman serta ilmu pengetahuan mereka terhadap konsep–konsep yang telah dipelajari.

2.1.2 Pendekatan STEM

Pendidikan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) merupakan suatu sistem kompleks dari perspektif sistem yang terdiri dari unsur–unsur yang saling berkaitan, seperti mata pelajaran, informasi, dan lingkungan (Stadtmauer *et al.*, 2019). Pendidikan STEM juga diartikan sebagai proses dalam memperoleh pengetahuan dan keterampilan melalui pengalaman. Pendidikan STEM dapat meningkatkan pemahaman peserta didik terkait cara kerja serta meningkatkan penggunaan teknologi. Selain itu, pendidikan STEM harus memperkenalkan lebih banyak teknik selama pendidikan SMA. Teknik digunakan dalam penyelesaian masalah serta inovasi (Bybee, 2010). Hal ini bertujuan untuk mempersiapkan peserta didik dalam memecahkan masalah yang ada di dalam dunia nyata, menghasilkan ide yang kreatif serta memberikan pembelajaran yang bermakna. Pendidikan STEM dapat digunakan sebagai pendekatan yang inovatif yang dapat mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu sehingga dapat meningkatkan pembelajaran peserta didik (Eroğlu & Bektaş, 2022). Tahapan STEM akan dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tahapan STEM

Tahapan STEM	Keterangan
<i>Science</i>	Pada tahap ini fokus terhadap pemahaman konsep dan proses ilmiah serta mengeksplorasi alam dengan cara melakukan observasi, eksperimen, analisis data.
<i>Technology</i>	Penggunaan alat (mesin, perangkat lunak, dan sistem) yang digunakan untuk mengatasi permasalahan yang ada atau mencapai tujuan tertentu.
<i>Engineering</i>	Pengetahuan serta keterampilan yang digunakan untuk merancang, membuat, serta mengoptimalkan suatu produk yang dapat digunakan untuk solusi menyelesaikan permasalahan yang ada.

<i>Mathematics</i>	Penggunaan angka, simbol, serta teori matematika untuk melakukan analisis data dan menyelesaikan masalah.
--------------------	---

(National Research Council, 2009)

Penggunaan pendekatan STEM dalam pembelajaran diarahkan untuk meningkatkan kemampuan peserta didik terutama pada bidang sains dan matematika serta meningkatkan kesadaran peserta didik terhadap isu dalam suatu materi pembelajaran. Pendidikan STEM sebenarnya tidak hanya berfokus pada hal akademis saja. Akan tetapi, berfokus juga terhadap penerapan pengetahuan dalam konteks dunia nyata. Guru-guru diharapkan dapat menggunakan permasalahan yang ada pada dunia nyata sebagai konteks untuk pembelajaran sehingga dapat membantu peserta didik memahami relevansi materi yang diajarkan dan mendorong peserta didik untuk berpikir kritis (Dare *et al.*, 2021).

2.1.3 *Engineering Design Process (EDP)*

Engineering Design Process (EDP) dapat diintegrasikan dalam kurikulum dengan melibatkan permasalahan sehari-hari yang dihadapi peserta didik di sekolah (Parry *et al.*, 2016). Peserta didik akan mengajukan pertanyaan, berargumentasi, merencanakan solusi dari suatu permasalahan, membuat serta menguji rencana penyelesaian masalah, dan menyempurnakan desain yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan. Apabila langkah-langkah ini sudah diikuti, maka peserta didik terlibat kedalam proses pemecahan masalah dan berpikir kritis yang merupakan bagian inti dari EDP (Isabelle *et al.*, 2021).

Penggunaan STEM sangat sesuai dengan penggunaan EDP sebagai bagian dari pengalaman belajar peserta didik. Menerapkan EDP dalam konteks pendidikan STEM dapat membuat peserta didik memperoleh keterampilan yang ditargetkan (Gök & Sürmeli, 2022). Penggunaan konsep STEM

terintegrasi EDP, guru secara kreatif dan kolaboratif menemukan inovasi untuk mengelola proses dan tujuan pembelajaran (Nurtanto *et al.*, 2020).

STEM-EDP mengintegrasikan disiplin ilmu, yang memungkinkan peserta didik dapat melihat hubungan dari teori dan praktik. Selain itu, penggunaan EDP juga dapat membuat peserta didik menerapkan STEM kedalam sebuah proyek nyata (Nurtanto *et al.*, 2020). EDP tidak hanya menghasilkan konsep yang abstrak tetapi menerapkan kemampuan design kepada peserta didik melalui pendekatan masalah dan konsep dasar. EDP mengarahkan peserta didik untuk dapat mengidentifikasi masalah, mencari solusi, serta mengembangkan produk (Abdurrahman *et al.*, 2023). Selain itu, EDP dapat membangun pengetahuan peserta didik. Oleh karena itu, EDP memiliki peranan penting dalam pembelajaran pendidikan Kurikulum Merdeka Belajar untuk membantu peserta didik dalam menyelesaikan suatu masalah melalui konsep kehidupan sehari-hari.

Pada umumnya, EDP mendorong pembelajaran yang kolaboratif dengan menciptakan pembelajaran secara berkelompok sehingga peserta didik dapat bekerja bersama untuk menyelesaikan masalah. Tahapan EDP akan dijelaskan pada Tabel 3.

Tabel 3. Tahapan EDP

Tahapan EDP	Keterangan
<i>Identify Problem and Constraint</i>	Mengidentifikasi masalah beserta batas-batasannya.
<i>Research</i>	Melakukan riset (penelitian) untuk memperoleh informasi mengenai alternatif solusi yang akan dibuat.
<i>Ideate</i>	Mengembangkan suatu ide melalui informasi yang telah diperoleh pada tahap <i>research</i> .
<i>Analyze Ideas</i>	Menganalisis suatu ide yang telah didapat. Selanjutnya, ide yang telah dianalisis dibuat berupa suatu produk yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah.
<i>Build</i>	Melalui tahap <i>analyze ideas</i> selanjutnya produk yang telah direncanakan sebelumnya akan dibuat pada tahap ini.

<i>Test and Refine</i>	Produk yang telah dibuat selanjutnya akan melalui tahap uji coba dan memperbaikinya apabila terdapat hal yang perlu diperbaiki.
<i>Communicate and Reflect</i>	Langkah terakhir adalah mengkomunikasikan produk yang sudah dibuat pada tahap sebelumnya.

(Morgan, 2013)

Oleh karena itu, dalam implementasi STEM-EDP guru memiliki peran sebagai fasilitator yang mendukung peserta didik dalam memecahkan masalah sehingga peserta didik berperan aktif dalam pembelajaran yang berlangsung.

2.1.4 Collaborative Problem Solving

Collaborative Problem Solving (CPS) merupakan metode di mana peserta didik bekerja secara kolaboratif dan terlibat ke dalam pemecahan masalah yang tidak terstruktur sehingga dapat mencapai solusi untuk masalah tersebut. CPS juga berkontribusi terhadap pengembangan berpikir tingkat tinggi peserta didik seperti pemecahan masalah, berpikir analisis, dan keterampilan kognitif lainnya (Unal & Cakir, 2021).

CPS telah banyak dilaksanakan dalam praktik pengajaran berpikir tingkat tinggi. Berpikir CPS juga mengharuskan peserta didik memecahkan masalah yang kompleks secara berkelompok. Selain itu, CPS mengaitkan berbagai tingkat interaksi dinamis seperti: peserta didik secara individu, peserta didik secara individu dan kelompok, peserta didik secara individu dengan lingkungan belajar (pengetahuan), dan peserta didik dalam kelompok serta lingkungan belajar (pengetahuan) (Ouyang *et al.*, 2023).

CPS merupakan suatu kemampuan yang sangat dibutuhkan pada era revolusi industri 4.0. Pentingnya keterampilan CPS dalam evolusi pendidikan yang terfokus pada pembelajaran dan pemecahan masalah yang berkembang dari proses individualis menjadi proses yang lebih interaktif

yang melibatkan tim serta jaringan sosial (Dowell *et al.*, 2020). Indikator CPS akan dijelaskan pada Tabel 4.

Tabel 4. Indikator *Collaborative Problem Solving*

Indikator Collaborative Indikator Problem Solving	Membangun dan memelihara pemahaman bersama	Mengambil tindakan yang tepat untuk menyelesaikan masalah	Membangun dan memelihara organisasi tim
Menjelajah dan memahami	Menemukan perspektif dan kemampuan anggota dalam tim. (A1)	Menemukan jenis interaksi kolaboratif untuk memecahkan masalah beserta tujuannya. (A2)	Menganalisis peran untuk memecahkan masalah. (A3)
Mewakili dan merumuskan	Membangun representasi bersama dan menegosiasikan makna permasalahan (<i>common ground</i>). (B1)	Mengidentifikasi dan mendeskripsikan tugas yang harus diselesaikan. (B2)	Menjelaskan peran kelompok atau tim (melibatkan komunikasi). (B3)
Perencanaan dan pelaksanaan	Mengkomunikasikan dengan anggota tim tentang tindakan yang akan dilakukan. (C1)	Menetapkan rencana. (C2)	Mengikuti aturan keterlibatan seperti mendorong anggota tim untuk melaksanakan tugasnya. (C3)
Pemantauan dan refleksi	Memantau dan memperbaiki pemahaman bersama. (D1)	Memantau hasil tindakan dan mengevaluasi keberhasilan penyelesaian masalah. (D2)	Memantau, memberikan umpan balik serta menyesuaikan kelompok dan peran dalam kelompok. (D3)

(OECD, 2017)

Indikator ini dapat digunakan untuk merancang dan membuat tugas-tugas yang hasilnya dapat dipetakan ke dalam kemajuan perkembangan. Proses

pemecahan masalah umum dijelaskan untuk memusatkan perhatian pada langkah-langkah tugas terukur yang dirancang untuk menilai CPS.

Keterampilan CPS juga dapat diukur dengan mengamati peserta didik apakah memberikan respon terkait pertanyaan serta informasi, adanya pengakuan tindakan dari anggota tim, mengambil tindakan yang tepat untuk memecahkan masalah, bekerja sama dengan tim, dan memberikan umpan balik kepada tim untuk mengoptimalkan proses CPS. Apabila tindakan ini tidak diperhatikan maka hal ini menunjukkan kinerja peserta didik yang dinilai kurang (Rosen *et al.*, 2020). Selain itu, CPS memiliki kelebihan seperti memfasilitasi individu untuk bekerja secara efektif dalam suatu kelompok dan menerapkan kemampuan pemecahan masalah pada berbagai situasi.

2.1.5 Teori Belajar Konstruktivisme

Berdasarkan penjelasan terkait model pembelajaran 5E dan pendekatan STEM dengan strategi EDP yang merupakan pembelajaran yang berpusat kepada peserta didik, maka teori belajar yang sesuai dengan model, pendekatan, dan strategi ini adalah teori belajar konstruktivisme. Konstruktivisme merupakan teori belajar yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memanfaatkan strateginya sendiri dalam belajar dan merupakan teori belajar kognitif. Perkembangan dan pembelajaran kognitif peserta didik tidak hanya terjadi secara individu tetapi dapat secara sosial, komunikasi, serta kolaborasi dengan individu lainnya (Vygotsky, 1986; Pardjono, 2016). Peserta didik yang terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran tidak hanya memperoleh pengetahuan saja, tetapi juga menambah pengetahuan melalui interaksi secara sosial (Vygotsky, 1962; Pardjono, 2016). Teori belajar ini fokus kepada peserta didik dengan tujuan membangun pengetahuan peserta didik melalui model pembelajaran yang telah dibuat oleh guru (Mustafa & Roesdiyanto, 2021). Peserta didik yang

aktif dalam pembelajaran akan aktif juga berinteraksi dengan lingkungannya dan melibatkan proses eksplorasi, eksperimen serta penyesuaian mental (Piaget, 1953; Smith, 2017).

2.1.6 Deskripsi Pembelajaran Gerak Lurus

Penelitian ini menggunakan materi gerak lurus yang dibatasi pada materi GLBB dan capaian belajar yang akan dituju adalah menganalisis serta menyajikan pemecahan masalah pada fenomena-fenomena terkait gerak lurus. Berikut pemetaan materi yang akan digunakan pada penelitian ini.

Tabel 5. Pemetaan Materi Gerak Lurus

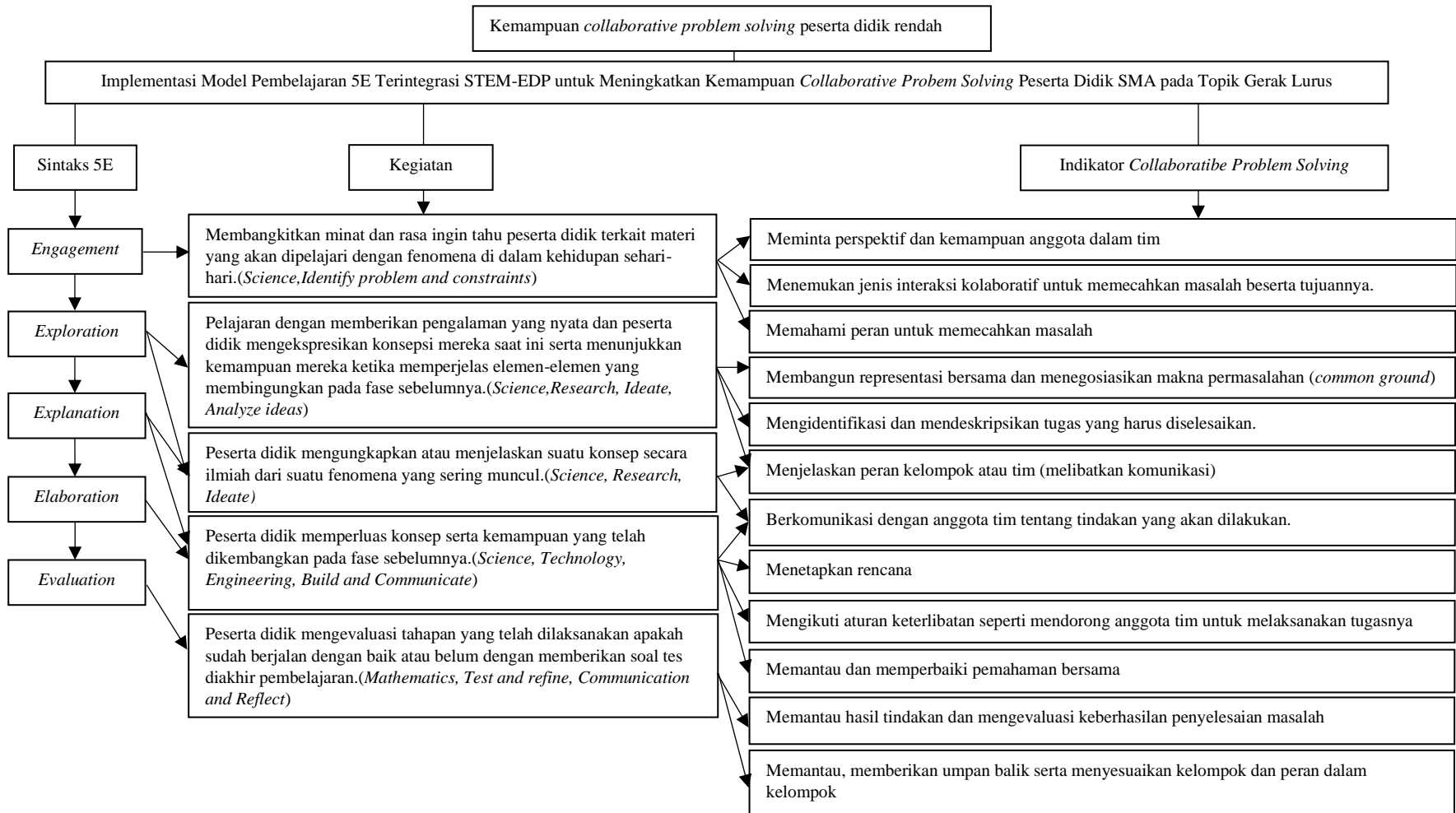
Tahapan STEM	Keterangan
<i>Science</i>	a. Faktual: Peranan lift dalam kehidupan sehari-hari. b. Konseptual: Pengaruh cara kerja lift c. Prosedural: Membuat rekayasa lift sederhana.
<i>Technology</i>	a. Penggunaan internet untuk mencari informasi gerak lurus. b. Pembuatan produk sederhana.
<i>Engineering</i>	a. Merancang desain sederhana b. Memecahkan masalah dengan mencari solusi yang berkenaan dengan teknologi gerak lurus
<i>Mathematics</i>	Pengukuran kecepatan, percepatan yang dibutuhkan lift untuk berpindah dari satu lantai ke lantai lainnya.

2.2 Kerangka Pemikiran

Salah satu tantangan yang harus dihadapi peserta didik agar dapat berkembang dengan berbagai kemampuan serta keterampilan untuk bersaing secara global adalah dengan meningkatkan kemampuan CPS. CPS merupakan keterampilan pemecahan masalah secara *colaborative*, dalam hal ini individu bekerja sama untuk mengidentifikasi, memahami, dan

mengembangkan solusi masalah secara bersama. Dalam kemampuan ini, setiap anggota kelompok berbagi pengetahuan, keterampilan, dan perspektif kelompok untuk mencapai hasil yang lebih jika dibandingkan dengan yang didapat secara individu. Berdasarkan latar belakang penelitian, model pembelajaran 5E yang merupakan model pembelajaran yang berpusat kepada peserta didik sesuai jika digunakan untuk mengukur kemampuan CPS peserta didik. Selain itu, untuk menciptakan pembelajaran fisika yang efektif, menyenangkan serta mudah dipahami oleh peserta didik, guru dapat menggunakan pendekatan STEM dengan strategi EDP

Oleh karena itu, upaya untuk meningkatkan kemampuan CPS peserta didik SMA dapat dikembangkan dengan menggunakan model pembelajaran 5E terintegrasi STEM-EDP dan terdapat kemungkinan bahwa kemampuan CPS tidak dapat dikembangkan dengan menggunakan model 5E terintegrasi STEM-EDP. Berikut ini gambar kerangka pemikiran secara lebih ringkas.



Gambar 1. Bagan Kerangka Pemikiran

2.3 Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang digunakan pada penelitian ini adalah:

H_0 : Model pembelajaran 5E terintegrasi STEM-EDP tidak efektif dalam meningkatkan kemampuan *collaborative problem solving* peserta didik SMA pada topik gerak lurus.

H_1 : Model pembelajaran 5E terintegrasi STEM-EDP efektif dalam meningkatkan kemampuan *collaborative problem solving* peserta didik SMA pada topik gerak lurus.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester ganjil tahun 2024/2025 di SMA Negeri 1 Tumijajar, dengan alamat Jl. Jenderal Sudirman No. 92. Kelurahan Daya Murni, Kecamatan Tumijajar, Kabupaten Tulang Bawang Barat, Lampung.

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

Seluruh peserta didik kelas XI SMA Negeri 1 Tumijajar pada semester ganjil 2024/2025 digunakan sebagai populasi pada penelitian ini. Sampel dalam penelitian ini menggunakan dua kelas sebagai sampel, yaitu kelas XI 1 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI 2 sebagai kelas kontrol. Teknik *purposive sampling* digunakan sebagai teknik pengambilan sampel pada penelitian ini.

3.3 Variabel Penelitian

Terdapat dua variabel yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas (X) dalam penelitian ini adalah model pembelajaran 5E terintegrasi STEM–EDP. Sedangkan variabel terikat (Y) adalah meningkatkan *collaborative problem solving*.

3.4 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian *Quasi Experimental Designs* dengan jenis *Non-Equivalent Control Group Design* untuk mengukur kemampuan CPS. Dua kelas yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen adalah kelas yang akan mendapatkan perlakuan baru sesuai dengan yang diteliti, sedangkan kelas kontrol adalah kelas yang mendapatkan perlakuan berbeda dari kelas eksperimen. Kelas eksperimen akan menggunakan model pembelajaran 5E terintegrasi STEM–EDP, sedangkan kelas kontrol menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning*. Desain penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

Kelas Eksperimen	O_1	X	O_2
Kelas Kontrol	O_3		O_4

Gambar 2. Desain Penelitian *Quasi Eksperimental Design*

Keterangan:

E = Kelas Eksperimen

K = Kelas Kontrol

O_1 = *Pretest* Lembar Soal Tes Kelas Eksperimen

O_2 = *Posttest* Lembar Soal Tes Kelas Eksperimen

O_3 = *Pretest* Lembar Soal Tes Kelas Kontrol

O_4 = *Posttest* Lembar Soal Tes Kelas Kontrol

X = *Treatment* (Model pembelajaran 5E terintegrasi STEM-EDP)

3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pelaksanaan yang dilakukan dalam penelitian ini melalui beberapa tahapan, berikut tahapan yang digunakan.

1. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan, kegiatan yang dilakukan adalah:

- a. Peneliti mengurus perizinan penelitian pendahuluan di SMA Negeri 1 Tumijajar.
- b. Peneliti melakukan penelitian pendahuluan berupa wawancara dengan guru mata pelajaran fisika SMA Negeri 1 Tumijajar kelas XI mengenai masalah yang dihadapi oleh peserta didik.
- c. Peneliti menentukan sampel penelitian.
- d. Peneliti mengkaji teori sesuai dengan judul penelitian yang akan dilakukan.
- e. Penelitian mempersiapkan instrumen perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian yang digunakan pada saat pelaksanaan penelitian.

2. Tahap Pelaksanaan

Kegiatan yang dilakukan pada tahap pelaksanaan adalah:

- a. Peneliti mengukur kemampuan CPS peserta didik dengan memberikan lembar soal tes awal (*pretest*).
- b. Peneliti memberikan perlakuan menggunakan model pembelajaran 5E terintegrasi STEM–EDP pada kelas eksperimen, dan menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* pada kelas kontrol.
- c. Peneliti mengukur kemampuan CPS dengan memberikan lembar soal tes akhir (*posttest*).

3. Tahap Akhir

Pada tahap akhir kegiatan yang dilakukan adalah:

- a. Peneliti menganalisis data yang telah diperoleh.
- b. Peneliti melakukan pembahasan hasil dari analisis yang sudah dilakukan. Hal ini bertujuan untuk menjelaskan hasil–hasil dari penelitian yang telah dilakukan.
- c. Peneliti menarik kesimpulan dari hasil analisis serta pembahasan yang telah dilakukan.

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat untuk mengumpulkan informasi tentang data penelitian dan menjawab permasalahan yang terdapat dalam penelitian.

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Perangkat Pembelajaran

a. Modul Ajar

Modul ajar merupakan suatu perangkat pembelajaran yang digunakan oleh guru pada kurikulum merdeka belajar sebagai acuan untuk melaksanakan pembelajaran.

b. LKPD

LKPD merupakan suatu bahan ajar yang digunakan guru untuk mendukung peserta didik dalam memahami materi yang diberikan.

2. Instrumen Tes

Soal tes digunakan sebagai alat mengukur kemampuan CPS peserta didik untuk mengetahui bagaimana kemampuan awal peserta didik pada awal pembelajaran dan mengukur tingkat perubahan kemampuan peserta didik pada akhir pembelajaran. Soal tes yang digunakan pada *pretest* dan *posttest* merupakan soal yang sama dan berupa soal uraian yang terdiri dari 10 soal.

3.7 Uji Instrumen

Instrumen digunakan dalam proses pengumpulan data sebagai alat untuk membuktikan hipotesis. Pembuktian dari hipotesis tergantung pada benar atau tidaknya dan baik atau tidaknya instrument pengumpulan data. Hal ini disebabkan oleh instrumen yang harus memenuhi syarat penting, yaitu valid dan reliabel. Oleh karena itu, sebelum menggunakan instrumen dalam penelitian, instrumen tersebut terlebih dahulu diuji di luar sampel penelitian

dengan menggunakan uji validitas dan reliabilitas pada program IBM SPSS *Statistics 24*.

3.7.1 Uji Validitas

Instrumen yang valid mempunyai validitas tinggi, dan sebaliknya. *Pearson correlation* digunakan dalam penelitian ini. Instrumen akan dikatakan valid apabila $r_{hitung} \geq r_{tabel}$. Akan tetapi, jika $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka instrumen dikatakan tidak valid.

Selain itu, dasar pengambilan keputusan dalam uji validitas instrumen, yaitu:

1. Apabila nilai Sig. < 0,05 dengan *Pearson Correlation* positif, maka instrumen dikatakan valid.
2. Apabila nilai Sig. < 0,05 dengan *Pearson Correlation* negatif, maka instrumen dikatakan tidak valid.
3. Apabila nilai Sig. > 0,05, maka instrumen dikatakan tidak valid.

3.7.2 Uji Reliabilitas

Pengukuran ini dapat menggunakan alat ukur yang sama seperti tes dengan subjek dan kondisi yang sama (Sanaky, 2021).

Dasar pengambilan keputusan dalam uji reliabilitas adalah sebagai berikut.

1. Apabila nilai *Cronbach;s Alpha* > 0,60 maka instrumen dikatakan reliabel.
2. Apabila nilai *Cronbach;s Alpha* < 0,60 maka instrumen dikatakan tidak reliabel.

3.1 Teknik Pengumpulan Data

Teknik tes merupakan teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini. Tes akan dilakukan di awal dan di akhir pembelajaran yaitu berupa *pretest* dan *posttest*. Tes ini akan diberikan baik kepada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kemudian, data yang diperoleh dari tes ini akan digunakan untuk mengukur kemampuan CPS peserta didik. Rumus yang digunakan untuk melakukan penilaian adalah:

$$\text{Nilai hasil belajar} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100$$

Keterangan kriteria hasil belajar peserta didik:

- ≥ 80 = baik sekali
- 66 – 79 = baik
- 56 – 65 = cukup baik
- 40 – 45 = kurang
- ≤ 40 = kurang sekali

3.9 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis

3.9.1 Analisis Data

1. Uji *N-gain*

Uji *N-gain* digunakan untuk mengetahui suatu efektivitas penggunaan satu metode atau perlakuan (*treatment*) yang digunakan pada penelitian *one group pretest posttest design*. Uji ini dilakukan dengan menghitung selisih antara nilai *pretest* dan nilai *posttest*, sehingga kita dapat mengetahui apakah penggunaan atau penerapan suatu metode tertentu efektif atau tidak. Persamaan yang digunakan adalah:

$$N - Gain = \frac{Posttest - Pretest}{100 - Pretest}$$

Kategori perolehan nilai *N-Gain* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai *N-Gain*

Nilai <i>N-Gain</i>	Kategori
$N - Gain > 0,70$	Tinggi
$0,3 \leq N - Gain \leq 0,70$	Sedang
$N - Gain < 0,3$	Rendah

Sumber: (Meltzer, 2002)

2. Uji Normalitas

Uji Normalitas merupakan uji yang digunakan untuk menilai sebaran data apakah berdistribusi normal atau tidak pada sebuah kelompok data atau variabel. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan *kolmogorov-smirnov* pada SPSS.

Dasar pengambilan keputusan dalam uji Normalitas K-S adalah sebagai berikut.

- 1) Apabila nilai sig. < 0,05 maka data tidak berdistribusi normal.
- 2) Apabila nilai sig. > 0,05 maka data berdistribusi normal.

3. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui varians beberapa data dari populasi apakah sama atau tidak. Uji ini berfungsi dalam analisis komparatif seperti uji *independent sampel t-test*. Uji homogenitas ini bukan syarat mutlak walaupun varians datanya tidak homogen, sehingga uji *independent sampel t-test* masih dapat dilakukan untuk menganalisis data penelitian dan pengambilan keputusan mengacu pada hasil *equal variance not assumed* (Widiyanto, 2010:51).

Dasar pengambilan keputusan dalam uji homogenitas adalah sebagai berikut.

- 1) Apabila nilai Sig. < 0,05 maka varians dari dua atau lebih kelompok populasi data tidak homogen.

- 2) Apabila nilai Sig. > 0,05 maka varians dari dua atau lebih kelompok populasi data homogen.

3.9.2 Pengujian Hipotesis

1. Uji *Independent Sample T-Test*

Uji *independent sample t-test* adalah analisis statistik yang memiliki tujuan yaitu membandingkan dua sampel yang tidak saling berpasangan. Uji ini digunakan untuk melihat apakah pada kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki perbedaan kemampuan CPS peserta didik.

Hipotesis yang akan diujikan, yaitu:

H_0 : Tidak terdapat perbedaan peningkatan model pembelajaran 5E terintegrasi STEM-EDP dalam meningkatkan kemampuan *collaborative problem solving* peserta didik SMA pada topik gerak lurus

H_1 : Terdapat perbedaan peningkatan model pembelajaran 5E terintegrasi STEM-EDP dalam meningkatkan kemampuan *collaborative problem solving* peserta didik SMA pada topik gerak lurus

Dasar pengambilan keputusan dalam uji *independen sample t-test* adalah sebagai berikut.

Jika nilai Sig. $\leq \alpha = 0,05$, maka H_0 ditolak, dan diterima jika nilai Sig. $> \alpha = 0,05$.

2. Uji *Effect Size* dengan ANCOVA

Effect size dapat diartikan sebagai perbedaan antara dua kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Uji ini digunakan untuk melihat seberapa besar pengaruh kelas yang diberikan perlakuan (Cohen, 2016). Uji *effect size* dapat dilakukan dengan ANCOVA. ANCOVA merupakan teknik statistik gabungan antara analisis regresi dengan analisis varians yang

digunakan untuk melihat bagaimana pengaruh perlakuan terhadap variabel dependen dengan mengontrol variabel lain (Shieh G., 2023).

Uji ANCOVA dilakukan sebagai alat untuk menguji hipotesis yang harus memenuhi beberapa asumsi, yaitu: data berdistribusi normal, variansi data dari kedua kelas adalah homogen, uji homogenitas regresi, dan uji linearitas. Interpretasi *effect size* dengan ANCOVA disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Interpretasi *Effect Size* dengan ANCOVA

Nilai <i>Partial Eta Square</i>	Interpretasi
$Effect\ size > 1,29$	Sangat Besar
$0,79 < Effect\ size \leq 1,29$	Besar
$0,49 < Effect\ size \leq 0,79$	Sedang
$0,19 < Effect\ size \leq 0,49$	Kecil
$0,00 < Effect\ size \leq 0,19$	Sangat Kecil

Sumber: (Purnomo *et al.*, 2022)

Apabila data tidak berdistribusi normal, maka dilakukan uji statistik *non parametrik*.

Hipotesis yang akan diujikan, yaitu:

H_0 : Model pembelajaran 5E terintegrasi STEM-EDP tidak efektif dalam meningkatkan kemampuan *collaborative problem solving* peserta didik SMA pada topik gerak lurus

H_1 : Model pembelajaran 5E terintegrasi STEM-EDP efektif dalam meningkatkan kemampuan *collaborative problem solving* peserta didik SMA pada topik gerak lurus

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian yang telah dilaksanakan di SMAN 1 Tumijajar, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran 5E terintegrasi STEM-EDP efektif dalam meningkatkan kemampuan CPS peserta didik pada topik gerak lurus. Model pembelajaran ini memberikan kesempatan peserta didik untuk dapat aktif, berkolaborasi, dan berpikir kritis dalam menyelesaikan masalah sehingga berkontribusi terhadap peningkatan indikator CPS secara signifikan. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan rata-rata kemampuan CPS pada kelas eksperimen jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelas kontrol. Selain itu, diperoleh nilai *effect size* sebesar 0,738 dengan kategori sedang yang artinya model pembelajaran 5E terintegrasi STEM-EDP mempunyai pengaruh yang cukup besar dalam meningkatkan kemampuan CPS.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah di paparkan, peneliti memiliki beberapa saran, yaitu:

1. Guru dapat mengintegrasikan model pembelajaran 5E dengan pendekatan STEM-EDP dalam proses pembelajaran. Pendekatan ini tidak hanya membantu peserta didik dalam memahami konsep gerak lurus, tetapi juga melatih kemampuan pemecahan masalah secara kolaboratif dan berfikir kritis pada peserta didik. Guru juga disarankan untuk dapat memberikan konteks pembelajaran yang relevan dengan kehidupan sehari-hari agar

peserta didik dapat termotivasi untuk belajar dan mampu menghubungkan konsep fisika dengan mengaplikasikannya kedalam dunia nyata.

2. Pada saat pembuatan prototipe, peneliti mengalami beberapa kendala seperti alat dan bahan yang sudah rusak pada saat perakitan, sehingga untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menyiapkan alat dan bahan dengan jumlah yang lebih dari banyaknya kelompok dan memeriksa kembali alat dan bahan sebelum digunakan agar pada saat perakitan dan uji coba prototipe berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, A., Maulina, H., Nurulsari, N., Sukamto, I., Umam, A. N., & Mulyana, K. M. (2023). Impacts of integrating engineering design process into STEM makerspace on renewable energy unit to foster students' system thinking skills. *Heliyon*, 9(4).
- Ardwiyanti, D., Prasetyo, Z. K., & Wilujeng, I. (2021). STEM research trends in indonesia: A systematic literature review. In *Journal of Science Education Research Journal* (Vol. 2021, Issue 1). www.journal.uny.ac.id/jser
- Armando, R. (2019). Mewujudkan Keterampilan 4C Siswa di Abad 21 Melalui Model Pembelajaran Berbasis Masalah. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689-1699.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369– 387.
- Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E instructional model: Personal reflections and contemporary implications. *Science and Children*, 51(8), 10-13.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? In *Science* (Vol. 329, Issue 5995, p. 996).
- Cohen, J. (2016). A power primer. New York University. Page 155-159.
- Dare, E. A., Keratithamkul, K., Hiwatig, B. M., & Li, F. (2021). Beyond content: The role of stem disciplines, real-world problems, 21st century skills, and stem careers within science teachers' conceptions of integrated stem education. *Education Sciences*, 11(11).
- David Creswell, J. (2023). *Research Design Sixth Edition*. Los Angeles: SAGE Publications. 382 page.
- Diana, N. (2020). Teachers' Readiness in Developing STEM-based Module to Support Teaching and Learning in the 21 st Century. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika* 11.02 (2021): 1-8.

- Dowell, N. M. M., Lin, Y., Godfrey, A., & Brooks, C. (2020). Exploring the relationship between emergent sociocognitive roles, collaborative problem-solving skills, and outcomes: A group communication analysis. *Journal of Learning Analytics*, 7(1), 38–57.
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2022). The effect of 5E-based STEM education on academic achievement, scientific creativity, and views on the nature of science. *Learning and Individual Differences*, 98.
- Firmansyah, A., & Jiwandono, N. R. (2022). Kecenderungan Guru dalam Menerapkan Pendekatan Student Centre Learning dan Teacher Centre Learning dalam Pembelajaran. *Jurnal Guru Indonesia*, 2(1), 33–39.
- Friesen, M., Taylor, K. L., & Britton, M. G. (2005). A qualitative study of a course trilogy in biosystems engineering design. *Journal of Engineering Education*, 94(3), 287–296.
- Gök, B., & Sürmeli, H. (2022). The Effect of Scientific Toy Design Activities Based on the Engineering Design Process on Secondary School Students' Scientific Creativity. *Asian Journal of University Education*, 18(3), 692–709.
- Güven, G., Kozcu Cakir, N., Sulun, Y., Cetin, G., & Güven, E. (2022). Arduino-assisted robotics coding applications integrated into the 5E learning model in science teaching. *Journal of Research on Technology in Education*, 54(1), 108–126.
- Haris Effendi, M., & Luluk Lativa Sari, dan. (2016). Analisis Keterlaksanaan Model Pembelajaran Learning Cycle 5E dan Pengaruhnya terhadap Kreativitas Siswa pada Materi Laju Reaksi Kelas XI MIA SMAN 9 KOTA JAMBI. In *J. Indo. Soc. Integ. Chem* (Vol. 8, Issue 2).
- Hallström, J., Norström, P., & Schönborn, K. J. (2023). Authentic STEM education through modelling: an international Delphi study. *International Journal of STEM Education*, 10(1).
- Hikmah, N. H., Yuli, T., & Siswono, E. (2020). Profil Collaborative Problem Solving Siswa Kelas IX dalam Memecahkan Masalah Aljabar. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 701–710.
- Isabelle, A. D., Russo, L., & Velazquez-Rojas, A. (2021). Using the engineering design process (EDP) to guide block play in the kindergarten classroom: exploring effects on learning outcomes. *International Journal of Play*, 10(1), 43–62.
- Kayan-Fadlelmula, F., Sellami, A., Abdelkader, N., & Umer, S. (2022). A systematic review of STEM education research in the GCC countries: trends, gaps and barriers. In *International Journal of STEM Education* (Vol. 9, Issue 1). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH.

- Komalasari, K., Sulistyaningsih, D., & Sujarwanto, E. (2023). The Effect of the 5E Learning Cycle Model Assisted by Problem-Solving-Based Student Worksheets on Student Learning Outcomes in the Material of Thermodynamics. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(3), 522.
- Li, Y., & Xiao, Y. (2022). Authorship and topic trends in STEM education research. In *International Journal of STEM Education* (Vol. 9, Issue 1). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH.
- Lin, K. Y., Hsiao, H. S., Williams, P. J., & Chen, Y. H. (2020). Effects of 6E-oriented STEM practical activities in cultivating middle school students' attitudes toward technology and technological inquiry ability. *Research in Science and Technological Education*, 38(1), 1–18.
- Lin, K. Y., Wu, Y. T., Hsu, Y. T., & Williams, P. J. (2021). Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning to develop preservice technology teachers' engineering design thinking. *International Journal of STEM Education*, 8, 1-15.
- Meltzer, D. E. (2002). The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics: A possible “hidden variable” in diagnostic pretest scores. *American journal of physics*, 70(12), 1259-1268.
- Morgan, J. (2013). *Teaching secondary geography as if the planet matters*. Routledge.
- Mulyani, T. (2019). Pendekatan Pembelajaran STEM untuk menghadapi Revolusi Industry 4.0. In *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana* (Vol. 2, No. 1, pp. 453-460).
- Mustafa, P. S., & Roesdiyanto, R. (2021). Penerapan teori belajar konstruktivisme melalui model PAKEM dalam permainan bolavoli pada sekolah menengah pertama. *Jendela Olahraga*, 6(1), 50-56.
- National Research Council. (2009). *Mathematics learning in early childhood: Paths toward excellence and equity*.
- National Research Council. (2013). Next generation science standards: For states, by states.
- Nurtanto, M., Pardjono, P., Widarto, W., & Ramdani, S. D. (2020). The effect of STEM-EDP in professional learning on automotive engineering competence in vocational high school. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(2), 633–649.
- OECD. (2017). PISA 2015 collaborative problem solving framework. *PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematic, financial literacy and collaborative problem solving*, 131-188.

- Ouyang, F., Xu, W., & Cukurova, M. (2023). An artificial intelligence-driven learning analytics method to examine the collaborative problem-solving process from the complex adaptive systems perspective. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 18(1), 39–66.
- Pardjono, P. (2016). Active learning: The Dewey, Piaget, Vygotsky, and constructivist theory perspectives. *Jurnal Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Malang*, 9(3), 105376.
- Parry, E., Lottero-Perdue, P., & Klein-Gardner, S. (2016). Engineering professional societies and pre-university engineering education. In *Pre-university Engineering Education* (pp. 205-220). Brill.
- Purnomo, B., Muhtadi, A., Ramadhani, R., Manaf, A., & Hukom, J. (2022). The effect of flipped classroom model on mathematical ability: A meta analysis study. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 12(3), 1201-1217.
- Rosen, Y., Wolf, I., & Stoeffler, K. (2020). Fostering collaborative problem solving skills in science: The Animalia project. *Computers in Human Behavior*, 104.
- Safitri, R. I., Wati, M., & Mahtari, S. (2024). Efektivitas Model Collaborative Problem Solving (CPS) dalam Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah pada Materi Termodinamika. *Multi Discere Journal*, 3(1), 21–35.
- Sanaky, M. M. (2021). Analisis Faktor-Faktor Keterlambatan Pada Proyek Pembangunan Gedung Asrama Man 1 Tulehu Maluku Tengah. *Jurnal Simetrik*, 11(1), 432-439.
- Shieh, G. (2023). Assessing standardized contrast effects in ANCOVA: Confidence intervals, precision evaluations, and sample size requirements. *Plos one*, 18(2), e0282161.
- Smith, L. (2017). *Necessary knowledge: Piagetian perspectives on constructivism*. Routledge.
- Stadtmauer, E. A., Faitg, T. H., Lowther, D. E., Badros, A. Z., Chagin, K., Dengel, K., & Rapoport, A. P. (2019). Long-term safety and activity of NY-ESO-1 SPEAR T cells after autologous stem cell transplant for myeloma. *Blood Advances*, 3(13), 2022-2034.
- Stoeffler, K., Rosen, Y., Bolsinova, M., & von Davier, A. A. (2020). Gamified performance assessment of collaborative problem solving skills. *Computers in Human Behavior*, 104, 106036.
- Strimel, G., & Grubbs, M. E. (2016). Positioning technology and engineering education as a key force in STEM education. *Journal of Technology Education*, 27(2), 21–36.

- Su, Q., & Guo, S. (2023). STEM-based principles and strategies to cultivate students' social and emotional learning. *STEM Education Review, 1*.
- Suwardi, S. (2021). STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Inovasi Dalam Pembelajaran Vokasi Era Merdeka Belajar Abad 21. *PAEDAGOGY: Jurnal Ilmu Pendidikan dan Psikologi, 1*(1), 40-48.
- Unal, E., & Cakir, H. (2021). The effect of technology-supported collaborative problem solving method on students' achievement and engagement. *Education and Information Technologies, 26*(4), 4127–4150.
- Usada, N. I., Hakim, A., & Qadar, D. R. (2022). LKPD Berbasis STEM-5E Learning Cycle untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Siswa SMA. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika, 7*(1), 18-29.
- Wibowo, A., Hidayat, F. N., & Safira, N. R. (2024). Modul Berpendekatan STEM berbasis EDP Terintegrasi AR sebagai Upaya Pengoptimalan Berpikir Kritis Peserta Didik. In *Proceeding Seminar Nasional IPA* (pp. 389-398).
- Widiastuti, I., & Wawan Budiyanto, C. (2022). Pembelajaran STEM Berbasis Engineering Design Process untuk Siswa Sekolah Alam di Kabupaten Klaten. *DEDIKASI: Community Service Reports, 4*(2).
- Widiyanto, J. (2010). SPSS For Windows untuk analisis data statistik dan penelitian. *Surakarta: Bp-Fkip Ums, 51*.